

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001021384 A**

(43) Date of publication of application: **26.01.01**

(51) Int. Cl.

G01D 5/26

G01B 11/16

G01J 1/02

(21) Application number: **11193547**

(22) Date of filing: **07.07.99**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **SHIMADA AKIYOSHI
NARUSE HIROSHI
KAGEYAMA KAZUO
MURAYAMA HIDEAKI
KIMURA MANABU
UZAWA KIYOSHI**

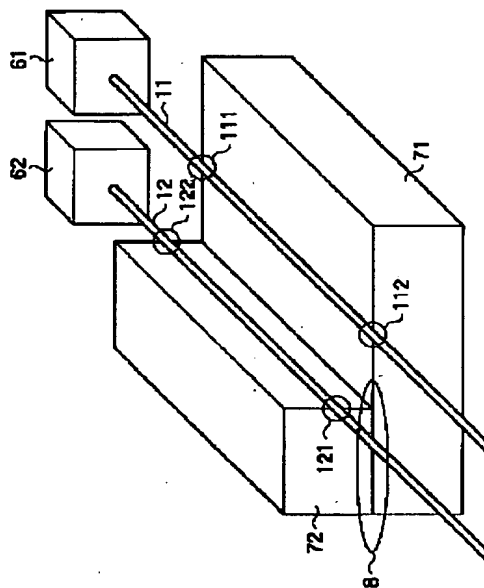
**(54) SEPARATION DETECTION METHOD BY OPTICAL
FIBER SENSOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately detect the presence or absence of separation and its generation position.

SOLUTION: The separation detection method fixes optical fiber sensors 11 and 12 to members 71 and 72, input a light pulse from optical fiber distortion measuring devices 61 and 62 to the optical fiber sensors 11 and 12, measures distortion being generated in each optical fiber sensor and the return time of scattered light according to the change in the optical characteristics of the scattered light being generated in each optical fiber for the light pulse using the optical fiber distortion measuring devices 61 and 62, and the generation and the generation position of release on the adhesion surface of each member are detected based on the difference in the measured distortion and the return time of the scattered light.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-21384

(P2001-21384A)

(43)公開日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データ(参考)

G 0 1 D 5/26

G 0 1 D 5/26

D 2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/16

G 0 1 B 11/16

Z 2 F 1 0 3

G 0 1 J 1/02

G 0 1 J 1/02

M 2 G 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-193547

(22)出願日

平成11年7月7日(1999.7.7)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 島田 明佳

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 成瀬 央

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 影山 和郎

茨城県牛久市田宮町235-8

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外1名)

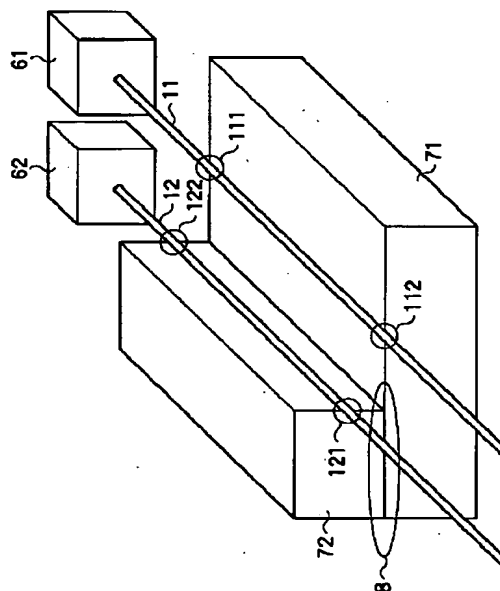
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバセンサによる剥離検出方法

(57)【要約】

【課題】 剥離の有無およびその発生位置を適確に検出することができる光ファイバセンサによる剥離検出方法を提供する。

【解決手段】 各部材71、72に光ファイバセンサ11、12をそれぞれ固定し、各光ファイバセンサ11、12に対して光ファイバひずみ測定装置61、62から光パルスを入力し、この光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみおよび散乱光の戻り時間を光ファイバひずみ測定装置61、62で測定し、この測定したひずみの差および散乱光の戻り時間に基づいて各部材の接着面における剥離の発生および発生位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 接着剤で接着された複数の部材の接着面における剥離を検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法であって、

前記接着された複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定し、
前記光ファイバセンサの各々の一端から光パルスを入力し、

前記入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを測定し、

この測定した各光ファイバセンサのひずみの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出することを特徴とする光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【請求項2】 前記散乱光が前記一端に戻ってくるまでの時間を測定し、

この測定した各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出することを特徴とする請求項1記載の光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【請求項3】 表面材および心材を含む複数の部材をサンドイッチ構造に接着剤で接着した複合材料の接着面における剥離を検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法であって、

前記接着された複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定し、

前記光ファイバセンサの各々の一端から光パルスを入力し、

前記入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、

この測定した各光ファイバセンサのひずみの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出することを特徴とする光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【請求項4】 前記散乱光が前記一端に戻ってくるまでの時間を測定し、

この測定した各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出することを特徴とする請求項3記載の光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【請求項5】 前記接着された複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定する処理は、各部材の接着面における剥離の発生位置および広がりをも面的に検出し得るように各光ファイバセンサを多数回屈曲蛇行または渦巻き状にして各部材に固定的に設けることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【請求項6】 接着剤で接着された複数の部材の接着面における剥離を検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法であって、

前記接着された複数の部材の各々に順次固定されるように1本の光ファイバセンサを設定し、

前記光ファイバセンサの一端から光パルスを入力し、
前記入力された光パルスに対して光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、

この測定した各光ファイバセンサのひずみの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出することを特徴とする光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【請求項7】 前記散乱光が前記一端に戻ってくるまでの時間を測定し、

この測定した各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出することを特徴とする請求項6記載の光ファイバセンサによる剥離検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、接着剤で接着された複数の部材からなる測定対象や複合材料の接着面における層間剥離を光ファイバセンサによって検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】軽量な心材をヤング率の高い表面材で挟んだサンドイッチ構造を持つ複合材料は、丈夫で温度変化にも耐えられることから、近年、船舶・航空機・土木・建築などの構造物を構成する部材として使用されている。ところが、心材と表面材または部材同士は、樹脂などで接着される場合、応力の集中などにより接着部分が剥がれる、いわゆる剥離が生じることがある。従って、こうした剥離の予知や検出を行う技術の開発は、複合材料からなる構造物の安全性を高める上で必要不可欠である。

【0003】複合材料内の層間剥離または部材間の接着層の剥離を検出する従来の方法として、複合材料内または部材の内部または表面にひずみセンサを設置し、健全時のひずみの大きさからの変化から、剥離を検出する方法がある。ひずみセンサとして代表的なのは、局所的なひずみを測定するひずみゲージや「光ファイバ内に格子を形成する方法」（特開昭62-500052号）により作成される光ファイバセンサを用いる「分散的、離散的に解析する光ファイバひずみ計」（特開昭61-502980号）がある。

【0004】ひずみゲージによりひずみの大きさを測定する方法では、1つのひずみゲージに1本の配線コードが必要であるため、多点の測定を行おうとすると、配線の数が増えて測定系が大がかりになってしまい、面的な剥離の検出を行うことが困難である。また、複合材料や部材の内部にひずみゲージを設置する場合、ひずみゲージの配線コードを複合材料や部材の内部に埋め込む必要があるが、配線コードによって複合材料や部材の強度に

大きな影響を与えてしまう可能性がある。

【0005】また、「分散的、離散的に解析する光ファイバひずみ計」は、図7に示すように、ある特定の位置に周期的な格子3が形成されたコア2を有する光ファイバ1に広帯域光を入射し、ひずみが生じると、この格子3による広帯域光の反射光あるいは透過光の周波数分布が変化する性質を利用している。この「分散的、離散的に解析する光ファイバひずみ計」を用いる方法は、光ファイバを用いるため部材の強度に及ぼす影響は比較的小さいが、センサ部である格子の位置が固定されるため、ひずみゲージと同様に面的な剥離の検出を行うことが困難である。

【0006】更に、ブリルアン後方散乱光を利用した「後方散乱光の測定方法及びその装置」（特開平5-231923号）も提案されている。これは、図8に示すように、光ファイバ1の片端に光ファイバひずみ測定装置6を接続し、この装置からパルス光4を入力したときに、光ファイバ1の各位置で生じるブリルアン散乱光の周波数分布5の変化から光ファイバ1に生じたひずみの大きさを検出し、またブリルアン散乱光が戻ってくるのに要する時間に基づき光ファイバ1に生じたひずみの発生位置7を連続的に測定するものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のひずみ測定方法のうち、ひずみゲージや特開昭61-502980号に開示されているように「分散的、離散的に解析する光ファイバひずみ計」を用いて、複合材料や複合材料から構成される部材の層間剥離を検出しようとする場合は、センサ部分が限定されるため、広範囲な剥離の検出が困難であるという問題がある。

【0008】また、特開平5-231923号に記載されているように、「後方散乱光の測定方法およびその装置」を用いて、連続的なひずみを測定する方法では、この方法でひずみを測定したとしても、このひずみが剥離によるものであるのかまたは変形によるものであるのかを判断するには、実際に目視などにより調べる必要があるという問題がある。

【0009】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、剥離の有無およびその発生位置を適確に検出することができる光ファイバセンサによる剥離検出方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の本発明は、接着剤で接着された複数の部材の接着面における剥離を検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法であって、前記接着された複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定し、前記光ファイバセンサの各々の一端から光パルスを入力し、前記入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じ

るひずみを測定し、この測定した各光ファイバセンサのひずみの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出することを要旨とする。

【0011】請求項1記載の本発明にあっては、複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定し、各光ファイバセンサに入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを測定し、このひずみの差に基づき各部材の接着面における剥離の発生を検出するため、光ファイバセンサの任意の位置に発生した剥離を適確に検出することができる。

【0012】また、請求項2記載の本発明は、請求項1記載の本発明において、前記散乱光が前記一端に戻ってくるまでの時間を測定し、この測定した各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出することを要旨とする。

【0013】請求項2記載の本発明にあっては、各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出するため、各部材の接着面における剥離の発生位置を適確に検出することができる。

【0014】更に、請求項3記載の本発明は、表面材および心材を含む複数の部材をサンドイッチ構造に接着剤で接着した複合材料の接着面における剥離を検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法であって、前記接着された複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定し、前記光ファイバセンサの各々の一端から光パルスを入力し、前記入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、この測定した各光ファイバセンサのひずみの大きさの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出することを要旨とする。

【0015】請求項3記載の本発明にあっては、複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定し、各光ファイバセンサに入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、このひずみの差に基づき各部材の接着面における剥離の発生を検出するため、光ファイバセンサの任意の位置に発生した剥離を適確に検出することができる。

【0016】請求項4記載の本発明は、請求項3記載の本発明において、前記散乱光が前記一端に戻ってくるまでの時間を測定し、この測定した各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出することを要旨とする。

【0017】請求項4記載の本発明にあっては、各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出するため、各部材の接着面における剥離の発生位置を適確に検出することができる。

【0018】請求項5記載の本発明は、請求項1乃至4

のいずれかに記載の本発明において、前記接着された複数の部材の各々に光ファイバセンサを固定する処理が、各部材の接着面における剥離の発生位置および広がりをも面的に検出し得るように各光ファイバセンサを多数回屈曲蛇行または渦巻き状にして各部材に固定的に設けることを要旨とする。

【0019】請求項5記載の本発明にあっては、各光ファイバセンサを多数回屈曲蛇行または渦巻き状にして各部材に固定的に設けるため、各部材の接着面における剥離の発生位置および広がりをも面的に検出することができるとともに、従来のひずみゲージのような配線が不要となり、計測対象の強度に及ぼす影響を軽減することができ、経済化を図ることができ、構造が簡単化される。

【0020】請求項6記載の本発明は、接着剤で接着された複数の部材の接着面における剥離を検出する光ファイバセンサによる剥離検出方法であって、前記接着された複数の部材の各々に順次固定されるように1本の光ファイバセンサを設定し、前記光ファイバセンサの一端から光パルスを入力し、前記入力された光パルスに対して光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、この測定した各光ファイバセンサのひずみの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出することを要旨とする。

【0021】請求項6記載の本発明にあっては、1本の光ファイバセンサを複数の部材の各々に順次固定されるように設定し、各光ファイバセンサに入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、このひずみの差に基づき各部材の接着面における剥離の発生を検出するため、光ファイバセンサの任意の位置に発生した剥離を1本の光ファイバセンサにより一度の測定で適確に検出することができる。

【0022】請求項7記載の本発明は、請求項6記載の本発明において、前記散乱光が前記一端に戻ってくるまでの時間を測定し、この測定した各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出することを要旨とする。

【0023】請求項7記載の本発明にあっては、各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出するため、各部材の接着面における剥離の発生位置を適確に検出することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図であり、図2は、図1の装置構成で剥離が生じた場合の模式図である。

【0025】本実施形態の光ファイバセンサによる剥離検出方法では、図1に示すように、部材71および72

をその接着面8において樹脂などで接着して、一体化された複合材料のひずみを検出するために、部材71および72に対してそれぞれ光ファイバセンサ11および12を樹脂などで固定し、該光ファイバセンサ11および12の一端にそれぞれ光ファイバひずみ測定装置61および62を接続する。なお、本発明で使用する光ファイバひずみ測定装置61、62などは特開平5-231923号の「後方散乱光の測定方法およびその装置」に開示されている光ファイバひずみ測定装置を用いているものである。

【0026】次に、図1のように設定した光ファイバセンサ11と部材71との位置関係および光ファイバセンサ12と部材72との位置関係を予め求めておき、接着面8を介して部材71および72に生じたひずみの位置を対応させる。具体的には、光ファイバセンサ11の始点111および終点112は、光ファイバセンサ12の始点122および終点121と接着面8を介して隣接している。従って、光ファイバセンサ11の始点111と終点112などの位置関係を求めておき、光ファイバセンサ11および12で測定されたひずみの位置の対応付けを行う。

【0027】本実施形態の剥離検出方法では、光ファイバひずみ測定装置61、62からそれぞれの光ファイバセンサ11、12に光パルスを入力し、この入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみの大きさを測定し、この測定した各光ファイバセンサのひずみの大きさの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出するとともに、散乱光が戻ってくるまでに要する時間を測定し、この散乱光の戻り時間から剥離の発生した位置を検出するものである。

【0028】具体的には、図1に示すように、部材71および72の間において接着面8の剥離がない場合には、部材71、72は一体となっているため、光ファイバセンサ11、12を介して光ファイバひずみ測定装置61、62で測定されるひずみの大きさはほぼ同じになる。すなわち、光ファイバひずみ測定装置61、62からそれぞれの光ファイバセンサ11、12に光パルスを入力し、この入力した光パルスに対して光ファイバセンサ11、12で生じるブリルアン散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを光ファイバひずみ測定装置61、62で測定した場合、各光ファイバセンサのひずみの差は同じであり、各部材の接着面に剥離の発生はないと考えられる。また、散乱光が戻ってくるのに要する時間を光ファイバひずみ測定装置61、62で測定しても、この時間は光ファイバセンサ11、12のそれぞれにおいてはほぼ同じとなる。

【0029】これに対して、図2に示すように、部材71および72の接着面8に層間剥離91が生じた場合には、部材71および72の変形は異なるため、光ファイ

バセンサ11および12を介して光ファイバひずみ測定装置61および62によって測定されるひずみの大きさは異なったものとなる。すなわち、光ファイバひずみ測定装置61、62からそれぞれの光ファイバセンサ11、12に光パルスを入力し、この入力した光パルスに対して光ファイバセンサ11、12で生じるブリルアン散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを光ファイバひずみ測定装置61、62で測定した場合、各光ファイバセンサにおけるひずみの大きさは異なったものとなるとともに、散乱光が戻ってくるのに要する時間も光ファイバセンサ11、12のそれぞれにおいて異なったものとなるので、部材71および72の間の接着面8における剥離91の発生を検出することができるとともに、剥離91の発生位置も検出することができる。

【0030】図3は、図1に示す第1の実施形態において接着面の剥離の検出を行った実験結果を示すグラフである。この実験は、図2において、部材71および72の間に長さ約50cmの接着面8の剥離を発生させ、本実施形態の剥離検出方法により剥離の有無とその発生位置を検出できるかを確認したものである。図3のグラフの横軸は光ファイバセンサ11の始点111からの距離を示し、縦軸はひずみの大きさを示している。同図のグラフの縦軸で示すひずみは、接着面の剥離の発生前後において光ファイバセンサ11で得られたひずみから光ファイバセンサ12で得られたひずみを差し引いたものを示している。同図から接着面の剥離が光ファイバセンサ11の始点111から1〜3メートル付近に発生していることがわかる。

【0031】図4は、本発明の第2の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。同図に示す実施形態は、表面材73と心材74からなるサンドイッチ構造の複合材料の層間剥離を検出するものであり、表面材73の表面に光ファイバセンサ11を固定し、表面材73と心材74との間に光ファイバセンサ12を固定的に設けるとともに、光ファイバセンサ11、12と表面材73および心材74の位置関係を予め求めておく。

【0032】そして、図示しないが、図1と同様に両光ファイバセンサ11、12のそれぞれの一端に光ファイバひずみ測定装置61、62を接続し、光ファイバひずみ測定装置61、62からそれぞれの光ファイバセンサ11、12に光パルスを入力し、この入力した光パルスに対して光ファイバセンサ11、12で生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを光ファイバひずみ測定装置61、62で測定し、この測定したひずみの差に基づいて各部材の接着面における剥離の発生を検出するとともに、また散乱光が戻ってくるのに要する時間も光ファイバセンサ11、12のそれぞれについて測定し、この測定した散乱光の戻り時間

に基づいて剥離の発生位置を検出するものである。

【0033】複合部材を構成している表面材73と心材74との間の層間剥離が発生していない場合には、光ファイバセンサ11および12を介して測定されるひずみの大きさおよび光パルスの入力に対して散乱光が戻ってくるまでに要する時間は両光ファイバセンサ11および12においてはほぼ同じである。しかしながら、図4に示すように、表面材73と心材74との間の接着面に層間剥離92が生じた場合には、光ファイバセンサ11および12を介して測定されるひずみの大きさおよび散乱光の戻り時間は異なることになる。従って、両光ファイバセンサにおけるひずみの差および散乱光の戻り時間から剥離92の有無および発生位置を検出することができる。

【0034】図5は、本発明の第3の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。同図に示す実施形態は、上述した各実施形態における光ファイバセンサ11、12を各部材に固定する場合に該光ファイバセンサ11、12を同図に示すように多数回屈曲蛇行または渦巻き状等にして、各部材81、82の表面にそれぞれ埋設するように施工したものであり、その他の構成および作用、特に光ファイバひずみ測定装置61、62および光パルスの入力と散乱光などの関係は上述した各実施形態と同じである。

【0035】このように構成される実施形態においても、上述した各実施形態と同様に、光ファイバセンサ11および12によって測定されるそれぞれのひずみの大きさの差および散乱光の戻り時間を求めることにより部材間の接着面における剥離の発生および発生位置を検出することができる。ここにおいて、ひずみの発生位置は、光ファイバセンサ11および12上の位置、すなわち一次元情報として検出されるが、この一次元情報を、光ファイバセンサ11および12を部材81、82に対して屈曲蛇行して配設した二次元的情報に変換することにより剥離の発生位置およびその広がりをも面的に把握することができる。

【0036】図6は、本発明の第4の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。同図に示す実施形態は、図1に示す実施形態において光ファイバセンサ11および12を他端において一体的に連結して折り返し、1本の光ファイバセンサ1で構成するとともに、該光ファイバセンサ1の一端に1台の光ファイバひずみ測定装置6のみ接続するように構成した点が異なるものである。なお、図6では、図1の光ファイバセンサ11が符号1aで示され、光ファイバセンサ12が符号1bで示されている。

【0037】すなわち、光ファイバセンサ1は、部材71に固定された光ファイバセンサ1aと部材72に固定された光ファイバセンサ1bとを連結して構成されてい

る。光ファイバセンサ1aの始点111および終点112は、それぞれ光ファイバセンサ1bの終点122および始点121と接着面8を介して隣接されている。そこで、光ファイバセンサ1aの始点111と終点112などの位置関係を予め求めておき、光ファイバセンサ1aおよび光ファイバセンサ1bで測定されたひずみの位置の対応付けを行うことができる。

【0038】このように構成される実施形態において、光ファイバひずみ測定装置6から光ファイバセンサ1の一端に光パルスを入力し、この入力した光パルスに対して光ファイバセンサ1の光ファイバセンサ1aおよび1bで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを光ファイバひずみ測定装置6で測定するとともに、散乱光の戻り時間を光ファイバひずみ測定装置6で測定することにより、この測定したひずみの差および散乱光の戻り時間からひずみの発生および発生位置を検出するものである。このような実施形態では、光ファイバひずみ測定装置6が1台で済むとともに、またひずみの測定も一度でよく、効率的である。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、各部材またはサンドイッチ構造の複合材料の各部材に光ファイバセンサを固定し、各光ファイバセンサに入力された光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを測定し、このひずみの差に基づき各部材の接着面における剥離の発生を検出するので、光ファイバセンサの任意の位置に発生した剥離を適確に検出することができる。

【0040】また、本発明によれば、各光ファイバセンサにおける散乱光の戻り時間に基づいて剥離の発生位置を検出するので、各部材の接着面における剥離の発生位置を適確に検出することができる。

【0041】更に、本発明によれば、各光ファイバセンサを多数回屈曲蛇行または渦巻き状にして各部材に固定的に設けるので、各部材の接着面における剥離の発生位置および広がりをも面的に検出することができるとともに、従来のひずみゲージのような配線が不要となり、計測対象の強度に及ぼす影響を軽減することができ、経済化を図ることができ、構造が簡単化される。

【0042】本発明によれば、1本の光ファイバセンサを複数の部材の各々に順次固定されるように設定し、光ファイバセンサの一端から光パルスを入力し、この光パルスに対して各光ファイバセンサで生じる散乱光の光学的特性の変化から各光ファイバセンサに生じるひずみを測定し、このひずみの差に基づき各部材の接着面における剥離の発生を検出するので、光ファイバセンサの任意の位置に発生した剥離を1本の光ファイバセンサにより一度の測定で適確に検出することができ、また散乱光の戻り時間から剥離の発生位置も適確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。

【図2】図1の装置構成で剥離が生じた場合の斜視図である。

【図3】図1に示す第1の実施形態において接着面の剥離の検出を行った実験結果を示すグラフである。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。

【図6】本発明の第4の実施形態に係る光ファイバセンサによる剥離検出方法を実施する装置構成を示す斜視図である。

【図7】特開昭62-500052号の「光ファイバ内に格子を形成する方法」を説明するための光ファイバと格子を示す模式図である。

【図8】特開平5-231923号の「後方散乱光の測定方法およびその装置」におけるひずみの計測原理を示す模式図である。

【符号の説明】

1, 1a, 1b, 11, 12 光ファイバセンサ

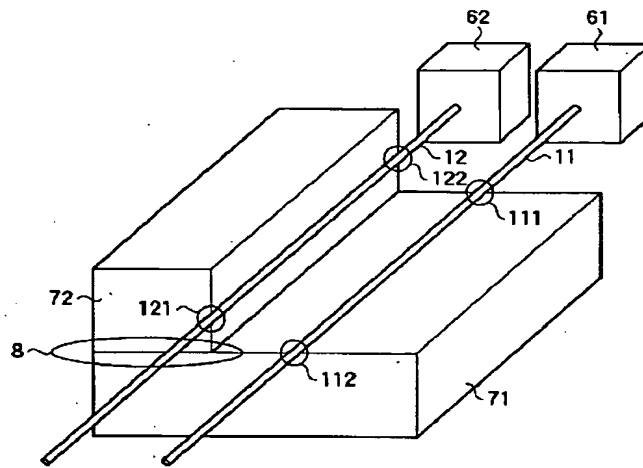
6, 61, 62 光ファイバひずみ測定装置

8 接着面

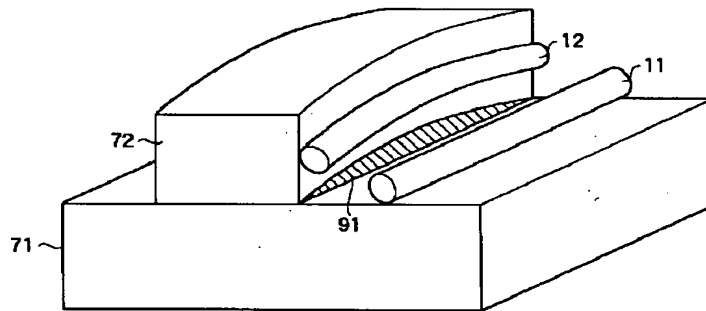
71, 72, 81, 82 部材

91, 92 剥離

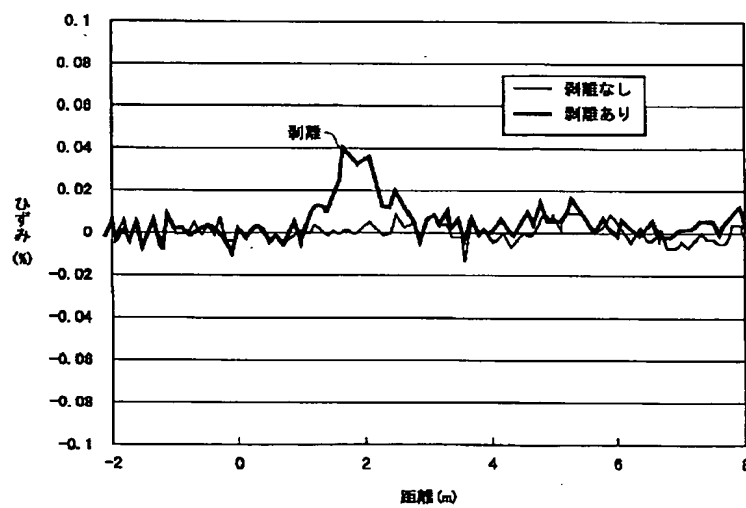
【図1】



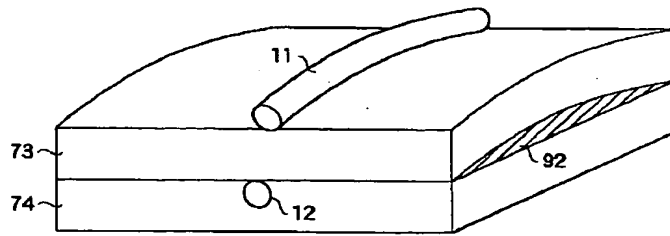
【図2】



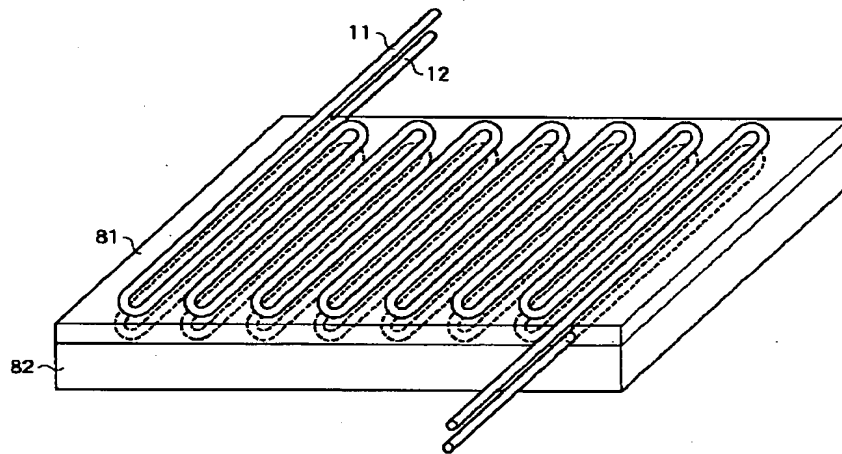
【図3】



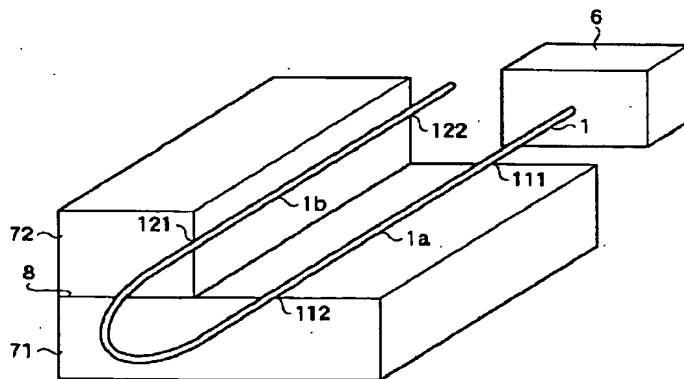
【図4】



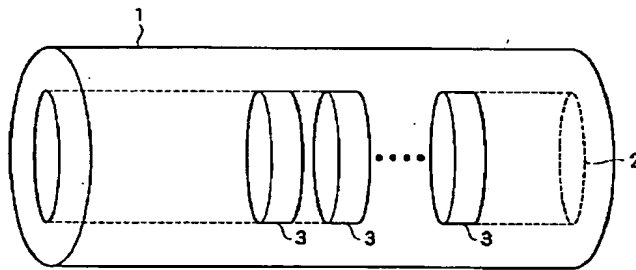
【図5】



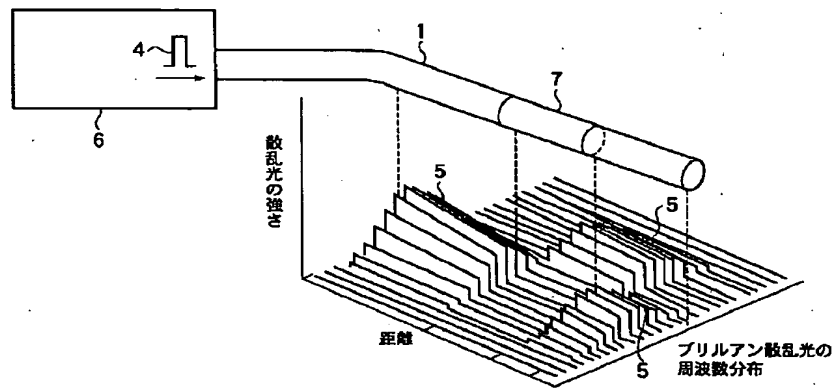
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 村山 英晶
東京都練馬区桜台 1-16-25 アーバンコ
ート116 202号室
(72)発明者 木村 學
静岡県御殿場市板妻11-6 株式会社ジ
エイチクラフト内

(72)発明者 鶴沢 潔
静岡県御殿場市板妻11-6 株式会社ジ
エイチクラフト内
Fターム(参考) 2F065 AA02 AA06 AA18 AA65 DD00
FF12 FF32 FF41 FF58 LL02
PP01 QQ29 UU05 UU07
2F103 BA00 CA07 EC09 FA00 FA04
FA16 GA15
2G065 AB14 BA32 BB02 CA11 DA03
DA05